

# ÉTUDE COMPARATIVE DES ACTIVITÉS PHOSPHOMONOESTÉRASiques ALCALINES DU TUBE DIGESTIF DE PLUSIEURS ESPÈCES D'ASTÉROÏDES (ÉCHINODERMES) précédée d'une NOTE ANATOMIQUE

par

Michel Jangoux (1) et Edwin Van Impe

Laboratoire d'Anatomie comparée, Université libre de Bruxelles.

## Résumé

L'étude de l'anatomie comparée du tube digestif des Astéries expérimentées met l'accent sur la grande variation morphologique des organes digestifs selon les espèces considérées. Les rapports entre l'estomac pylorique et les canaux pyloriques subissent d'importantes modifications, de même que la taille de l'estomac cardiaque. Les auteurs décrivent un « complexe stomacal supérieur », organe très particulier, observé chez trois espèces d'Etoiles de mer supposées microphages.

La phosphatase alcaline a été dosée dans tous les organes digestifs. Les caecums pyloriques montrent une assez forte activité, mais c'est au niveau du « complexe stomacal supérieur » que l'activité est de loin la plus grande. Les poches de Tiedemann présentent très peu de phosphatase alcaline.

## INTRODUCTION

Les données relatives aux activités phosphatasiques du tube digestif des Echinodermes sont peu nombreuses.

Expérimentant sur des broyats totaux, Norris et Rao (1940) mettent en évidence une activité phosphatasique dans le liquide coelomique de *Crossaster papposus* (Astéroïde) ainsi que dans le corps et le liquide coelomique de *Strongylocentrotus dræbachensis*, *S. purpuratus*, *Echinarachnius parma* (Echinoïdes) et *Stichopus californicus* (Holothuroïde). Lipman (1940, selon Arvy, 1962) observe une phosphatase dans les tissus de *Thyone* et *Parastichopus* (Holothuroïdes). Plus récemment, Lyons et Weaver (1962, 1963) décèlent de la phosphatase alcaline au niveau du tube digestif et des coelomocytes de l'Oursin *Strongylocentrotus purpuratus*.

Utilisant des méthodes histoenzymologiques, des auteurs observèrent de la phosphatase alcaline dans l'épithélium interne du tube

---

(1) Travail subventionné par le Fonds de la Recherche fondamentale collective (F.R.F.C.), mandat n° 875 et publié avec l'aide financière du Ministère de l'Éducation nationale et de la Culture française.

digestif de certains Oursins : *Strongylocentrotus intermedius* (Fuji, 1961) et *S. franciscanus* (Booolootian, 1964). L'épithélium interne du sac stomacal de quelques Ophiuroïdes : *Ophiothrix quinquemaculata*, *Ophionereis fasciata*, *Ophiactis resiliens* et *Ophiopteris antipodum* (Roubaud, 1965 ; Pentreath, 1969) et des organes digestifs de divers Astéroïdes : caecums pyloriques d'*Asterias forbesi* (Anderson, 1953) et caecums rectaux d'*Asterias rubens* (Bouillon et Jangoux, 1970), montrent également une activité de phosphatase alcaline. La phosphatase acide n'a été décelée qu'au niveau des épithéliums des caecums rectaux d'*Asterias rubens* (Bouillon et Jangoux 1970).

La méconnaissance de la distribution de ces types d'enzymes dans le tractus digestif des Echinodermes et surtout la grande importance attribuée aux phosphatases dans la physiologie de la digestion (dégradation des acides nucléiques, action de transphosphorylase permettant l'absorption de composés phosphorylés..., selon Arvy 1957 et 1962) nous ont amenés à étudier comparativement, à l'aide de dosages biochimiques, leur répartition au sein d'un groupe d'Echinodermes : les Astéroïdes. Nous nous sommes particulièrement attachés à comparer des animaux appartenant à plusieurs familles systématiques et présentant des éthologies alimentaires quelque peu différentes.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Matériel

Les espèces d'Astéroïdes étudiées, leur position systématique ainsi que les lieux de récolte sont repris dans le tableau 1.

TABLEAU 1  
Astéroïdes expérimentés

Ordre	Famille	Espèce	Lieu de récolte
PHANEROZONIA	Luidiidae	<i>Luidia ciliaris</i> (Phil.)	Roscoff
	Astropectenidae	<i>Astropecten irregularis</i> Linck	Roscoff
SPINULOSA	Asterinidae	<i>Asterina gibbosa</i> (Penn.)	Roscoff
		<i>Anseropoda placenta</i> (Penn.)	Roscoff
	Echinasteridae	<i>Echinaster sepositus</i> (Retz.)	Tamaris (Toulon)
		<i>Henricia sanguinolenta</i> (O.F.M.)	Saint-Malo
	Solasteridae	<i>Crossaster papposus</i> (L.)	Saint-Malo
FORCIPULATA	Asteriidae	<i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lam.)	Tamaris (Toulon)
		<i>Marthasterias glacialis</i> (L.)	Roscoff
		<i>Asterias rubens</i> L.	Knokke (Belgique)

Les animaux furent amenés vivants et maintenus en élevage au laboratoire de Bruxelles (1).

#### Observations anatomiques et histologiques.

La partie anatomique du travail se fit sur des animaux fixés soit à l'alcool, soit au formol marin 10 p. 100.

Quelques coupes histologiques, d'une épaisseur de  $7\mu$ , ont été faites sur des organes digestifs fixés au Bouin acétique. Comme colorants, nous avons utilisé l'hématoxyline-phloxine-vert lumière et le bleu alcian non oxydé pH 2,6 (Mowry, 1963).

#### Préparation des extraits enzymatiques.

Toutes les préparations se firent à 0 °C. Après dissection, chaque fragment de tube digestif a été rincé plusieurs fois à l'eau de mer filtrée, essoré et pesé (poids frais). Les fragments furent alors broyés cinq minutes dans de l'eau de mer filtrée. Le volume d'eau de broyage a été calculé de telle sorte que l'on obtienne des concentrations de l'ordre de 2, 5 ou 10 mg de poids frais d'organe digestif par ml, avec une concentration semblable pour les différents organes d'une même espèce. Les broyats ainsi obtenus ont été stockés 12 heures au réfrigérateur (1 °C). Par la suite, chaque homogénat fut centrifugé 1 heure à 5 000 tr/mn (3 000 g) et à 0 °C. Les surnageants (extraits enzymatiques) furent immédiatement testés. Les quantités d'extraits non utilisés furent stockées au congélateur (— 15 °C) et servirent à vérifier la reproductibilité de la méthode utilisée.

#### Dosage de la phosphomonoestérase alcaline (3.1.3.1.) (2).

Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un spectrophotomètre Unicam (SP 800) couplé à un enregistreur (SP 20).

L'enzyme était dosée par la méthode de Garen et Levinthal (1960) : on observe l'hydrolyse du p-nitrophényl phosphate en p-nitrophénol en suivant la variation de densité optique (DO) à 410 nm. La cuvette test contenait 3 ml de substrat tamponné (0,001 M de p-nitrophényl phosphate dans un tampon Tris 1 molaire, pH 8) et 0,1 ml d'extrait enzymatique. La température d'incubation était de 25 °C.

Les résultats sont exprimés en unités alcalino-phosphatasiques arbitraires par mg de poids frais d'organe digestif (UA/mg) et en pourcentage d'activité relative de tous les organes d'une même espèce. L'unité arbitraire est la quantité d'enzyme nécessaire pour amener une augmentation de DO de 0,01 unité, pendant un temps d'une heure et pour un volume d'un ml d'extrait, dans nos conditions expérimentales. Notons qu'au moins pendant la première heure d'incubation, l'allure

---

(1) Matériel de transport fourni par J. Grivet, aquariums de Saint-Malo, 35 - France.

(2) Numéro de code international (Symposium IUB, 1961).

de la courbe, traduisant la cinétique enzymatique, était linéaire, ce qui montre que pendant la durée de l'expérience il n'y a pas eu de digestion des phosphatases par les enzymes protéolytiques fort probablement présentes dans l'extrait.

En exprimant les résultats en pourcentage d'activité relative, nous avons conféré, par définition, une activité de 100 p. 100 à l'organe présentant le plus grand nombre d'unités arbitraires par mg et pour chaque espèce.

## OBSERVATIONS PERSONNELLES ET RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

### I. - OBSERVATIONS ANATOMIQUES.

De nombreux ouvrages scientifiques traitent de l'anatomie générale du tractus digestif des Astéroïdes et le lecteur trouvera d'abondants renseignements dans les travaux des auteurs suivants : Cuénot (1887, 1948), Ludwig et Hamann (1899), Hayashi (1935 a et b), Hyman (1955) et Anderson (1966). Il nous semble cependant intéressant de signaler les différences anatomiques rencontrées chez les dix espèces expérimentées.

#### 1. Luidiidae

La famille des Luidiidae est reconnue comme la plus primitive des familles d'Astéroïdes (Fell 1963). Ce groupe se caractérise entre autre par la présence d'un tube digestif très simplifié, les Luidiidae ne possédant en effet qu'un sac stomacal et des caecums pyloriques et réalisant ainsi une configuration digestive proche de celle des Ophiuroïdes. En aucun cas ces animaux ne développent la partie postérieure du tube digestif (intestin, caecums rectaux, rectum et anus).

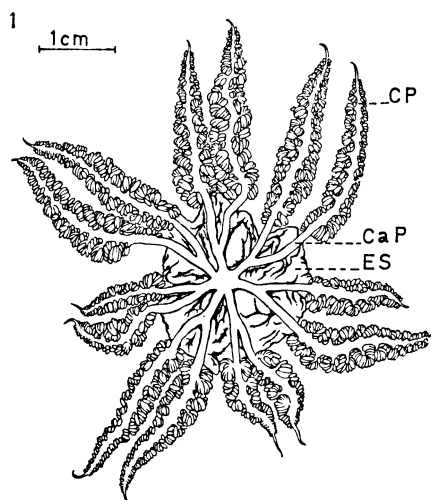
#### *Luidia ciliaris* (Fig. 1).

Pour la facilité de la description, le sac stomacal de cette espèce peut être séparé en deux parties mais il faut faire remarquer que l'estomac n'est pas divisé par un étranglement anatomiquement visible. La partie inférieure de l'estomac présente deux zones : une zone orale lisse, dite parfois « œsophagienne » et une zone aborale où se développent d'importantes poches radiales. L'estomac supérieur, quant à lui, est très étendu en largeur et occupe tout le diamètre du disque ; sa face externe est très tourmentée et offre de nombreux replis. Il est à noter que le pouvoir d'extension du sac stomacal de cette espèce est important : *L. ciliaris* se nourrit entre autre d'*Asterias rubens* qu'elle ingurgite en entier ce qui amène une énorme distention de l'organe.

Les caecums pyloriques s'étendent par paire dans chacun des bras. Ces derniers présentant très fréquemment des régénérations, la

taille des organes brachiaux sera proportionnelle à celle du bras qui les contient. Les caecums sont reliés à l'estomac par des canaux pyloriques. Tous les canaux semblent se rencontrer en un carrefour situé à peu près au centre de la face externe de l'estomac supérieur.

FIG. 1  
Vue aborale du tube digestif.  
*Luidia ciliaris*  
Ca P = canal pylorique, CP =  
caecum pylorique, ES = estomac  
supérieur.



## 2. Astropectenidae

Le tube digestif de ces animaux se rapproche assez bien de la structure digestive classique des Astéroïdes (type *Asterias rubens*, voir plus loin). L'estomac est divisé en deux étages par un étranglement supérieur bien visible et l'on distingue un estomac cardiaque (inférieur) et un estomac pylorique (supérieur), ce dernier recevant, par définition, l'extrémité des canaux pyloriques. C'est dans cette famille d'Astéries que, pour la première fois, Tiedemann (1816) décrit la présence d'un petit appendice sacciforme peu développé à la face orale des caecums pyloriques. Ces appendices furent, par la suite, appelés poches de Tiedemann.

Selon la phylogénie de Fell (1963), les Astropectenidae, famille primitive, seraient directement issus des Luidiidae. On peut probablement mettre cette affirmation en parallèle avec le fait que ces animaux ne présentent jamais de rectum et d'anus.

### *Astropecten irregularis* (Fig. 2).

L'estomac cardiaque présente une zone inférieure lisse et une zone supérieure développant cinq poches radiales. Aboralement, l'estomac pylorique est typiquement pentamère et est formé de cinq lobes feuillus recevant, à leur extrémité, les terminaisons des canaux pyloriques. Les caecums pyloriques sont de taille semblable et de forme quelque peu aplatie ; il n'y a pas de poches de Tiedemann chez *A. irregularis*. Du sommet de l'estomac pylorique, se détache un très court intestin qui va s'aboucher avec les caecums rectaux. Ces derniers

ont l'aspect de deux lobes arrondis et gonflés ; leur paroi semble assez fine.

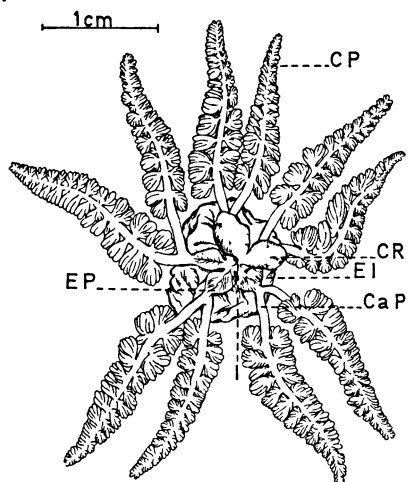


FIG. 2

*Astropecten irregularis*  
Vue aborale du tube digestif.

Ca P = canal pylorique, CP = caecum pylorique, CR = caecums rectaux, EI = estomac cardiaque (ou inférieur), EP = estomac pylorique.

### 3. Asteriidae

Les Asteriidae présentent la structure digestive classique, décrite dans tous les manuels de Zoologie. Le sac stomacal est divisé en deux parties par un étranglement supérieur. Tout comme chez les *Astropectenidae*, l'estomac cardiaque présente une zone orale lisse (« œsophage » de certains auteurs) et une zone aborale d'où sont issues cinq poches radiales ; signalons que la partie aborale montre généralement une pigmentation plus prononcée. L'estomac pylorique a une disposition pentagonale et reçoit, à ses extrémités, cinq canaux pyloriques bien individualisés. Les canaux pyloriques se poursuivent dans chacun des bras par une paire de caecums pyloriques. Du centre de l'estomac pentagonal, se détache un court intestin immédiatement suivi par un bouquet d'aspect glandulaire formé par les caecums rectaux. Ces derniers se poursuivent par un rectum très court, débouchant au niveau d'un anus microscopique et excentrique.

*Asterias rubens* (Fig. 3)

*Coscinasterias tenuispina* et *Marthasterias glacialis*

Ces trois espèces possèdent un tube digestif extraordinairement similaire, mis à part l'anatomie des caecums rectaux. Ces derniers sont lobiformes chez *Asterias rubens*, tandis que chez *Coscinasterias tenuispina* et surtout chez *Marthasterias glacialis*, ils présentent une structure tubuleuse.

### 4. Solasteridae

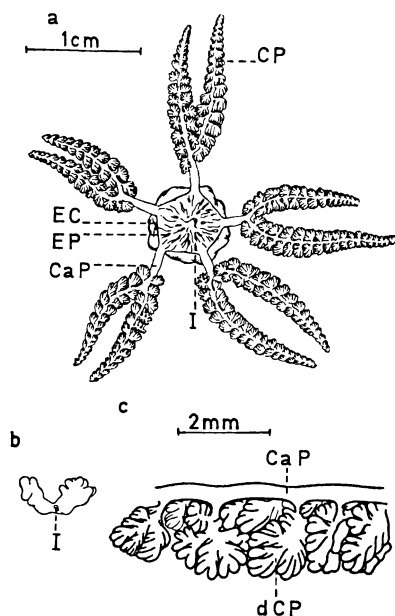
(*Crossaster papposus*)

Ces Astéries (« sun-stars » des auteurs anglo-saxons) présentent une multiplication importante du nombre de bras et donc des caecums pyloriques. Le disque central, très développé, contient à peu près

tous les organes digestifs et, seule, l'extrémité des caecums pyloriques s'engage dans les bras. Les caecums rectaux, d'aspect variable, s'apparentent morphologiquement à ceux des Asteriidae. Le mauvais état de conservation des individus ne nous a pas permis de faire des observations plus détaillées.

FIG. 3  
*Asterias rubens*  
Tube digestif.

a. vue aborale après section des caecums rectaux ; b. vue orale des caecums rectaux ; c. vue latérale d'un caecum pylorique. Ca P = canal pylorique, CP = caecum pylorique, d CP = diverticule du caecum pylorique, EC = estomac cardiaque, EP = estomac pylorique, I = intestin.



### 5. Asterinidae

L'anatomie digestive varie nettement selon les genres envisagés. On peut toutefois dire avec Hyman (1955) que les Asterinidae possèdent généralement des poches de Tiedemann, encore que ces dernières ne soient pas toujours très développées.

#### *Anseropoda placenta* (Fig. 4).

Cette espèce présente deux étages stomacaux bien visibles, séparés par un net étranglement supérieur. L'estomac cardiaque est d'aspect classique, l'estomac supérieur est pentagonal mais ne correspond plus à la définition habituelle de l'estomac pylorique. En effet, s'il lui ressemble morphologiquement, il ne reçoit pas les canaux pyloriques à ses extrémités. Ceux-ci parcourent la face extérieure de l'estomac pour confluer à la base de l'intestin, juste au-dessus de la paroi stomacale. Les caecums pyloriques, assez courts, possèdent, à leur face inférieure, des poches de Tiedemann peu développées et limitées à la partie la plus proximale des caecums. Caecums pyloriques et poches de Tiedemann semblent se jeter dans l'intestin par un orifice commun. Les caecums rectaux, très développés, se présentent sous forme de cinq longs tubules grêles.

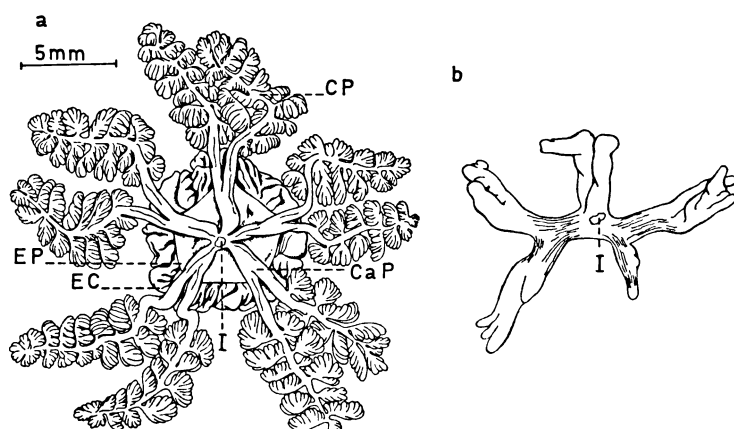


FIG. 4  
Tube digestif.  
*Anseropoda placenta*

a. vue aborale après section des caecums rectaux ; b. vue orale des caecums rectaux. Ca P = canal pylorique, CP = caecum pylorique, EC = estomac cardiaque, EP = estomac pylorique, I = intestin.

***Asterina gibbosa* (Fig. 5 ; Planche I, 1).**

Les observations d'Hayashi (1935 b) et d'Anderson (1959), portant sur trois espèces d'Asterinidae (*Patiria pectinifera*, *Asterina batheri* et *Patiria miniata*), concordent très bien avec les nôtres relatives à *Asterina gibbosa*. L'estomac est d'une venue et on n'y remarque aucune constriction supérieure. Toutefois, on note une importante variation morphologique de l'organe stomacal dans le sens oral-aboral. La zone orale est anatomiquement assimilable à un estomac cardiaque peu développé. La partie aborale est totalement bouleversée, elle res-

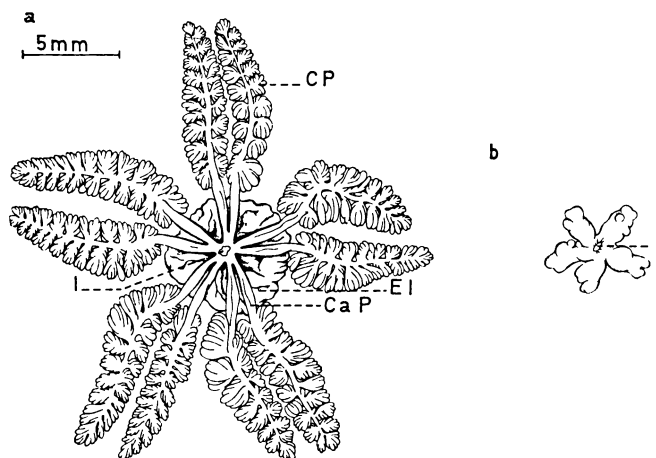
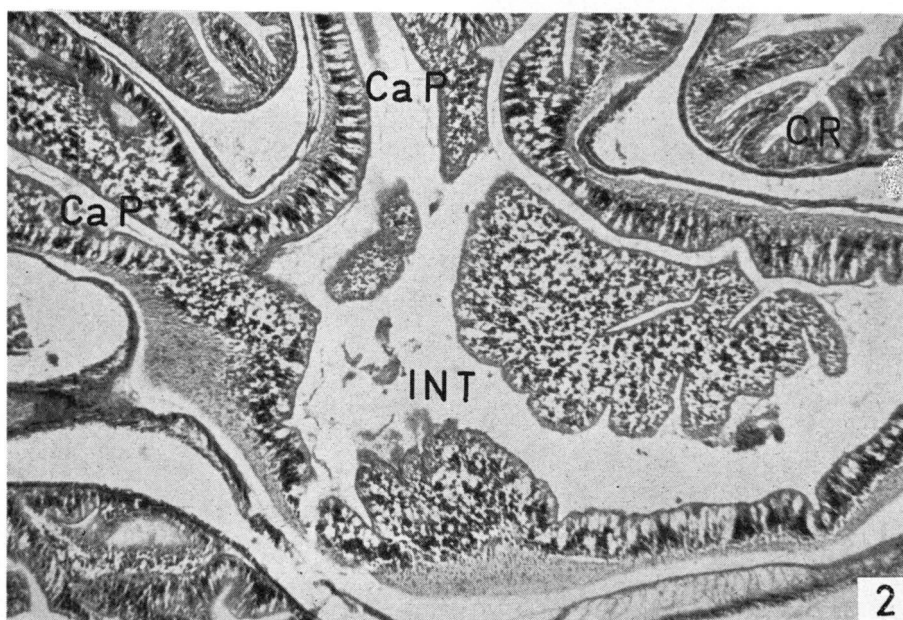
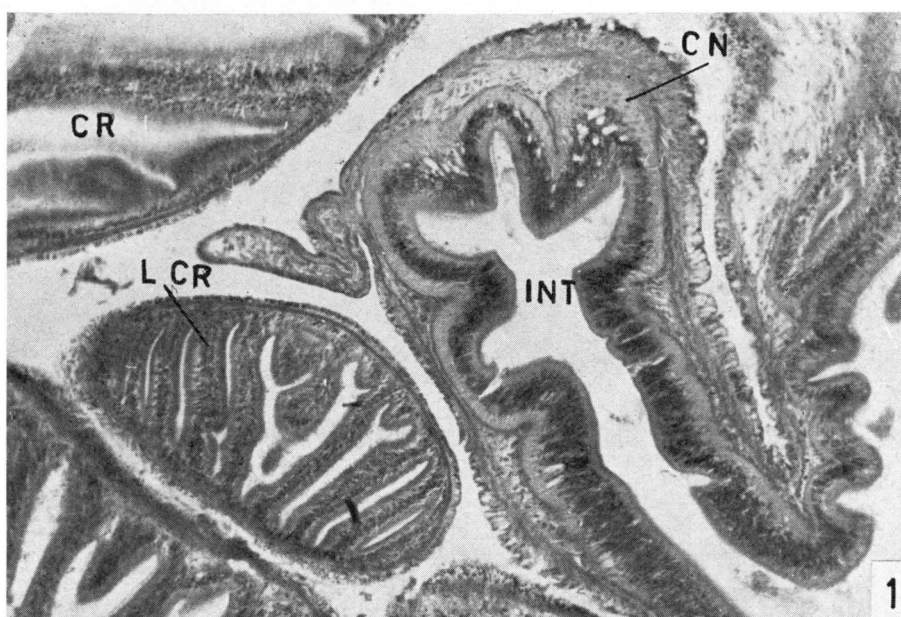


FIG. 5  
Tube digestif.  
*Asterina gibbosa*.

a. vue aborale après section des caecums rectaux ; b. vue orale des caecums rectaux. Ca P = canal pylorique, CP = caecum pylorique, EI = estomac inférieur, I = intestin.





M. JANGOUX et E. VAN IMPE

#### PLANCHE I

1 : arrivée de l'intestin dans les caecums rectaux d'*Asterina gibbosa*. Coloration : bleu alcian non oxydé, pH 3. Objectif 10.

2 : naissance des canaux pyloriques à partir de l'intestin chez *Henricia sanguinolenta*. Coloration : hématoxyline-phloxine-vert lumière. Objectif 4.

Ca P : canal pylorique ; CN : couche nerveuse de l'intestin ; CR : caecums rectaux ; INT : intestin ; L CR : coupe dans un lobe des caecums rectaux.

semble à un court cylindre percé latéralement de cinq larges orifices (ouvertures des poches de Tiedemann renflées proximale) et présentant en alternance avec ces orifices, cinq invaginations pénétrant dans la lumière de l'organe (ces dernières formations correspondent probablement aux réservoirs radiaux décrits, en 1960, par Anderson chez *Henricia*). Il ne s'agit donc plus du tout d'un estomac pylorique classique mais bien d'un « complexe stomacal supérieur » qui carac-

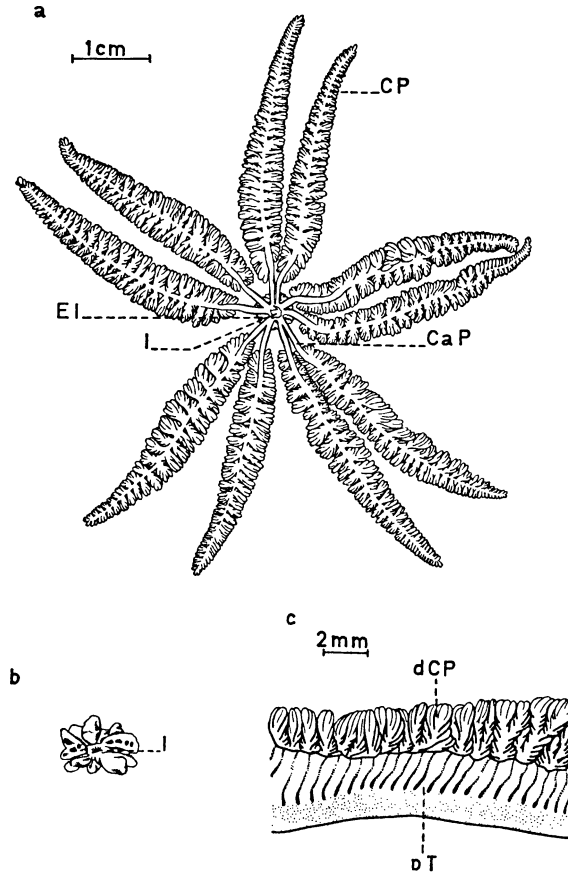


FIG. 6

Tube digestif.  
*Echinaster sepositus*

a. vue aborale après section des caecums rectaux ; b. vue orale des caecums rectaux ; c. vue latérale d'un caecum pylorique.

Ca P = canal pylorique, CP = caecum pylorique, d. CP = diverticule du caecum pylorique, EI = estomac inférieur, I = intestin, pT = poche de Tiedemann.

térise *Asterina gibbosa* ainsi que, comme nous le verrons, les deux espèces d'Echinasteridae étudiées.

Comme chez *Anseropoda placenta*, les canaux pyloriques confluent au niveau de la base de l'intestin. Les poches de Tiedemann sont très développées et courent tout le long des caecums pyloriques. Ainsi que nous l'avons déjà signalé, l'extrémité proximale de ces poches est extrêmement renflée. L'intestin suit immédiatement le complexe stomacal

supérieur et se jette dans des caecums rectaux pentalobés montrant quelques diverticules secondaires.

#### 6. Echinasteridae

Les deux espèces étudiées présentent une anatomie digestive très semblable à celle d'*Asterina gibbosa*. Cependant, la partie inférieure du sac stomacal est considérablement réduite et à un point tel qu'Anderson (1960), après une étude histologique, estime que, chez *Henricia*, cet organe n'est pas dévaginable. Les poches de Tiedemann bien développées et toujours renflées proximale ment s'ouvrent dans un complexe stomacal supérieur, similaire de celui décrit précédemment. Quant aux canaux pyloriques, ils se jettent dans l'intestin.

*Henricia sanguinolenta* (Planche I, 2) et *Echinaster sepositus* (Fig. 6).

La réduction stomacale semble plus poussée chez *Echinaster sepositus* que chez *Henricia sanguinolenta*, tandis que les caecums rectaux de cette dernière espèce montrent, lorsqu'on les compare à ceux d'*E. sepositus*, un développement moindre.

TABLEAU 2  
Dosage de la phospho-

ESPÈCES	UNITÉS	Estomac inférieur zone orale	Estomac inférieur zone aborale	Estomac supérieur	Complexe stomacal supérieur
<i>Luidia ciliaris</i>	UA/mg pourcentage	76,0 100	28,7 38	19,1 25	x x
<i>Astropecten irregularis</i>	UA/mg pourcentage	4,4 70	4,5 71		x x
<i>Anseropoda placenta</i>	UA/mg pourcentage	8,9 31		6,2 24	x x
<i>Asterina gibbosa</i>	UA/mg pourcentage	3,3 < 1	2,8 < 1	x x	3 915,8 100
<i>Echinaster sepositus</i>	UA/mg pourcentage	36,0 5		x x	740,2 100
<i>Henricia sanguinolenta</i>	UA/mg pourcentage	9,2 < 1		x x	2 068,9 100
<i>Crossaster papposus</i>	UA/mg pourcentage	4,7 6	3,9 5	3,9 5	x x
<i>Asterias rubens</i>	UA/mg pourcentage	0,4* 8 *	0,6* 12 *	0,4* 8 *	x x
<i>Coscinasterias tenuispina</i>	UA/mg pourcentage	41,1 100	16,4 40	0,0 0	x x
<i>Marthasterias glacialis</i>	UA/mg pourcentage	7,3 70	4,3 41	0,0 0	x x

x = organe n'existant pas chez cet animal ;

Nt = organe non testé ;

#### II. - DOSAGE DE LA PHOSPHOMONOESTÉRIASE ALCALINE.

L'ensemble des résultats expérimentaux est repris dans le tableau 2. Ils sont exprimés en Unités Alcalinophosphatasiques par mg de poids frais d'organe digestif (UA/mg) et en pourcentage relatif d'activité de tous les organes d'une même espèce.

Les animaux suivants : *Astropecten irregularis*, *Anseropoda placenta*, *Crossaster papposus* et les trois espèces d'Asteriidae, tous reconnus comme macrophages, étaient à jeun depuis au moins cinq jours lors des essais. *Luidia ciliaris*, également macrophage, était, par contre, en pleine digestion (sa cavité stomacale contenait une *Asterias rubens*). Quant à *Asterina gibbosa* et aux deux espèces d'Echinasteridae, leur mode de nutrition est encore controversé (Vasserot 1961, Anderson 1960, 1966, Rasmussen 1965) ; il s'agirait pour certains d'espèces microphages, nous ne pouvons dès lors statuer sur leur état nutritif lors des essais.

TABLEAU 2  
phosphoestérase alcaline

ORGANES EXPÉRIMENTÉS						
Caecums pyloriques			Poches de Tiedemann			Caecums rectaux
zone distale	zone médiane	zone proximale	zone distale	zone médiane	zone proximale	
48,2 63	52,6 69	31,8 42	x x	x x	x x	x x
6,3 100	Nt Nt	4,3 68	x x	x x	x x	Nt Nt
25,3 100	Nt Nt	22,7 90	Nt Nt	Nt Nt	Nt Nt	15,2 60
146,0 3	166,0 4	183,0 5	10,9 < 1			87,3 2
128,0 17	74,2 10	72,9 10	2,2* < 1*	2,2* < 1*	6,0 < 1	9,9 1
260,0 12	440,0 21	850,0 41	7,1 < 1	0,0 0	0,0 0	40,0 2
82,6 100	65,0 79	62,4 75	x x	x x	x x	49,9 60
5,1 100	3,2 63	3,6 70	x x	x x	x x	4,0 78
34,3 84	39,6 96	37,2 90	x x	x x	x x	16,9 41
6,4 61	9,5 91	10,4 100	x x	x x	x x	2,0* 19*

\* = valeur non significative, comprise dans les limites d'erreur.

### Résultats.

Chez toutes les espèces expérimentées, les caecums pyloriques possèdent une activité phosphatasique nettement visible bien que, dans certains cas, leur activité relative soit assez faible (*Asterina gibbosa* et Echinasteridae). L'activité des caecums rectaux, si elle n'est pas très grande, n'en existe pas moins et l'on peut supposer qu'une absorption de substances s'y produit.

Les résultats obtenus après dosage de broyats d'estomac sont très variables. Il faut cependant attirer l'attention sur le haut degré d'activité des zones stomacales orales de *Luidia ciliaris* et *Coscinasterias tenuispina* et sur l'absence totale d'activité dans l'estomac pylorique de deux des trois espèces d'Asteriidae testées.

Le complexe stomacal supérieur, décrit chez *Asterina gibbosa* et les Echinasteridae, présente une énorme activité phosphatasique et s'avère être un site absorbant très important. Quant aux poches de Tiedemann, elles ne contiennent pas ou alors très peu de cette enzyme.

## DISCUSSION

Le résultat le plus important de notre travail a été de montrer la présence de phosphatase alcaline en très grande quantité au niveau du complexe stomacal supérieur décrit chez trois des espèces expérimentées. Cette partie du tube digestif a toujours été considérée, soit comme un prolongement du sac stomacal, soit comme l'équivalent de l'estomac pylorique. Or, nos recherches ont montré que ce complexe a un comportement physiologique particulier qui l'isole carrément du reste du tube digestif. Dès lors, il nous semble qu'on est en droit de le regarder comme un organe digestif à part entière et qui de plus ne caractérise que certaines Astéries.

Il est à noter que les trois Etoiles de mer qui présentent le complexe stomacal supérieur sont microphages ou supposées telles. La microphagie d'*Henricia sanguinolenta* est actuellement chose prouvée après les travaux d'Anderson (1960), de Rasmussen (1965) et de Ferguson (1967). Rappelons cependant les recherches de Vasserot (1961) qui décrit *Henricia sanguinolenta* et *Echinaster sepositus* comme des animaux prédateurs de Spongiaires. En effet, on observe très souvent ces Etoiles de mer plaquées à la surface d'un Spongiaire et, si le contact persiste longtemps, la couche superficielle de l'Eponge s'en trouve lésée. Or, tout récemment, Péquignat (1970 et communications personnelles) mit en évidence le mécanisme de « skin digestion » chez plusieurs Astéries dont *Henricia sanguinolenta* et on pourrait supposer que les lésions des parois de l'Eponge sont dues à ce phénomène. Signalons enfin que Rasmussen (1965) estime que l'association *Henricia*-Spongiaire facilite la microphagie de l'Astérie, celle-ci profitant alors des courants ciliaires superficiels de son hôte.

La nutrition particulière d'*Echinaster sepositus* et d'*Asterina gibbosa* n'a jamais été prouvée. Cependant, leur grande ressemblance de structure et de comportement (*E. sepositus* en association très

fréquente avec des Spongiaires et *A. gibbosa* avec des Ascidies coloniales) nous permettent de supposer qu'une microphagie au moins partielle les caractérise.

Une autre constatation est à faire. Depuis plusieurs années déjà, des auteurs (voir Arvy 1962) ont mis en évidence l'inductibilité des phosphatases du tube digestif chez certains Vertébrés. On est en droit de se demander dans quelle mesure les résultats très variables que nous avons obtenus et notamment les 100 p. 100 d'activité relative de la zone stomacale orale de *Luidia ciliaris* (en pleine digestion), ne sont pas liés à ce phénomène. C'est vers de telles vérifications que nous orienterons tout d'abord nos recherches. Nous nous proposons d'explorer ce phénomène chez *Asterias rubens*, non sans avoir au préalable effectué une étude plus complète des différentes phosphatases (acides et alcalines) du tube digestif de cet animal.

Nous tenons à vivement remercier MM. les Professeurs Teissier (Station biologique de Roscoff) et Pérès (Station biologique de Tamaris-sur-Mer) de nous avoir accueillis dans leurs laboratoires. Nos remerciements vont également à M. Grivet (Aquarium de Saint-Malo) qui nous a aimablement donné plusieurs espèces d'Astéries. Mme Klinkert s'est chargée de l'exécution des dessins anatomiques. Qu'elle trouve ici l'expression de toute notre gratitude.

### Summary

Comparative study of alkaline phosphomonoesterase activities of the gut of several Asteroids species (Echinodermata) preceded by an anatomic note

The study of the comparative anatomy of the experimented asteroids' digestive tract puts the accent on the great morphologic variation of the digestive tract according to the considered species. The relations between pyloric stomach and pyloric canals are subjected to important modifications, as the size of the cardiac stomach. The authors describe a « superior stomacal complex », very special organ observed in three starfish species supposed microphagous.

The alkaline phosphatase has been titrated in all the digestive organs. The pyloric caeca show a rather strong activity, but the activity is most important at the level of « superior stomacal complex ». The Tiedemann pouches present very little alkaline phosphatase.

### INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ANONYME, 1961. — Report of the Commission on Enzymes of the International Union of Biochemistry. *IUB Symposium Ser.*, 20, Pergamon Press.
- ANDERSON, J.M., 1953. — Structure and function in the pyloric caeca of *Asterias forbesi*. *Biol. Bull.*, 105, pp. 47-61.
- ANDERSON, J.M., 1959. — Studies on the cardiac stomach of the starfish *Patiria miniata* Brandt. *Biol. Bull.*, 117, pp. 185-201.
- ANDERSON, J.M., 1960. — Histological studies on the digestive system of *Henricia* with notes on Tiedemann pouches in starfishes. *Biol. Bull.*, 119, pp. 371-398.
- ANDERSON, J.M., 1966. — Aspect on nutritional physiology in Echinoderma, in *Physiology of Echinodermata*, R.A. Boolootian ed., Intersc. Public., pp. 329-359.
- ARVY, L., 1957. — Les techniques actuelles d'histo-enzymologie : les phosphatases. *Biol. méd.*, 46 (2), pp. 141-238.
- ARVY, L., 1962. — Histo- chimie des enzymes impliqués dans la digestion dans la série animale. *Handb. Histochem.*, 7, pp. 154-303.
- BOOLOOTIAN, R.A., 1964. — A histological study of the food canal of *Strongylocentrotus franciscanus*. *Helgol. wiss. Meeresunters.*, 11 (2), pp. 118-127.

- BOUILLON, J. et JANGOUX M., 1970. — Anatomie, histologie et histochimie des caecums rectaux d'*Asterias rubens* L. *Cah. Biol. Mar.*, 11 (3), pp. 259-277.
- CUÉNOT, L., 1887. — Contribution à l'étude anatomique des Astérides. *Arch. Zool. exp. gén.*, 2, V bis, pp. 1-144.
- CUÉNOT, L., 1948. — Anatomie, Systématique et Ethologie des Echinodermes. in *Traité de Zoologie* (Grassé), 11, Masson (éd.), Paris.
- FELL, H.B., 1963. — The phylogeny of sea-stars. *Phil. Trans. (B)*, 246, pp. 381-435.
- FERGUSON, J.C., 1967. — Utilization of dissolved exogenous nutrients by the starfishes, *Asterias forbesi* and *Henricia sanguinolenta*. *Biol. Bull.*, 132, pp. 161-173.
- FUJI, A., 1961. — Studies on the biology of the sea-urchin. IV. Histological observation of the food canal of *Strongylocentrotus intermedius*. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 11, pp. 195-202.
- GAREN, A. and LEVINTHAL, C., 1960. — A fine structure genetic and chemical study of the enzyme alkaline phosphatase of *E. coli*. I. Purification and characterisation of alkaline phosphatase. *Bioch. Bioph. Acta*, 38, pp. 470-483.
- HAYASHI, H., 1935a. — Studies on the morphology of Japanese sea-stars. I. Anatomy of *Henricia sanguinolenta* var. *oshimai*. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, VI, Zool. IV (1), pp. 1-26.
- HAYASHI, H., 1935b. — Studies on the morphology of Japanese sea-stars. II. Anatomy of *Asterina batheri* and *Patiria pectinifera*. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, VI, Zool. IV (4), pp. 197-212.
- HYMAN, L.H., 1955. — Echinodermata. in *The Invertebrates*, vol. IV, McGraw Hill, N.Y.
- LIPMAN, H., 1940. — Phosphatase activity in marine invertebrates. *Bull. Pittsburg Univ.*, 36, (non consulté).
- LUDWIG, H. und HAMANN, O., 1899. — Echinodermata. II. Buch. Die Seesterne. in *Bronn's Thier Reichs*, C.F. Winter'sche Verlagshandlung, Leipzig.
- LYONS, R.B. and WEAVER, D.D., 1962. — Quantitative and histochemical analyses of alkaline phosphatase in adult tissues and larvae of the sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus*. *Amer. Zool.*, 2, pp. 536-537.
- LYONS, R.B. and WEAVER, D.D., 1963. — Alkaline phosphatase studies on the adult and embryonic stages of the sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus*. *Anat. Rec.*, 145, p. 255.
- MOWRY, R., 1963. — The special value of methods that color both acidic and vicinal hydroxyl groups in the histochemical study of mucins. With revised directions for the colloidal iron stain, the use of alcian blue G 8X and their combinaisons with the periodic acid-Schiff reaction. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 106, pp. 402-423.
- NORRIS, E.R. and RAO, D.A., 1935. — Phosphatases of marine invertebrates. *J. Biol. Chem.*, 108, pp. 783-790.
- PENTREATH, R.J., 1969. — The morphology of the gut and a qualitative review of digestive enzymes in some New Zealand ophiuroids. *J. Zool. London*, 159, pp. 413-423.
- PÉQUIGNAT, E., 1970. — Biologie des *Echinocardium cordatum* (Pennant) de la baie de Seine. Nouvelles recherches sur la digestion et l'absorption cutanées chez les Echinides et les Stellérides. *Forma Functio*, 2, pp. 121-168.
- RASMUSSEN, N.B., 1965. — On taxonomy and biology of the North Atlantic species of the Asteroid genus *Henricia sanguinolenta* Gray. *Medd. Danm. Fisk. Havunders*, 4, pp. 157-213.
- ROUBAUD, P., 1965. — Le tube digestif d'*Ophiothrix quinquemaculata* (Delle Chiaje). Etude histologique - mise au point technique. *Vie et Milieu*, 16, pp. 757-798.
- VASSEROT, J., 1961. — Caractère hautement spécialisé du régime alimentaire chez les Astérides *Echinaster sepositus* et *Henricia sanguinolenta*, prédateurs de Spongiaires. *Bull. Soc. Zool. France*, 86, pp. 796-809.